

УДК 669.15

А. Ю. Чурюмов*, А. В. Поздняков

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
г. Москва

*churyumov@misis.ru

ГОРЯЧАЯ ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ И МИКРОСТРУКТУРА ЖАРОПРОЧНОЙ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ 20Х18Н23

С использованием комплекса физического моделирования термомеханических процессов Gleeble 3800 проведено исследование и построена конечно-элементная модель поведения жаропрочной стали 20Х18 Н23 в процессе горячей пластической деформации. Показано, что в результате пластической деформации при температуре более 1100 °С в стали происходят процессы динамической рекристаллизации, приводящие к значительному измельчению зерна.

Ключевые слова: горячая деформация, разрушение, микроструктура, сталь 20Х20Н23, моделирование.

A.Yu. Churyumov, A.V. Pozdniakov

HOT DEFORMATION BEHAVIOR AND MICROSTRUCTURE OF THE STAINLESS HEATRESISTANT STEEL AISI 310

Experimental investigation of hot deformation behavior and fracture of AISI 310 steel was conducted using thermomechanical simulator Gleeble 3800. The hot deformation and fracture under the torsion with tension conditions was simulated by FEM. Dynamic recrystallization during the deformation at the temperatures above 1100 °C leads to significant grain refinement.

Key words: hot deformation, fracture, microstructure, AISI 310 steel, modelling.

В качестве объекта исследования была выбрана сталь 20Х18 Н23 номинальным составом Fe-17,5Cr-23,1Ni-0,1Mo-0,05Ti-0,5Mn-0,

5Si-0,21C и средним размером зерна 84 ± 6 мкм. Деформацию по схемам сжатия, растяжения и кручения с растяжением проводили на комплексе Gleeble 3800. Кривые сжатия приведены на рис. 1. Напряжение течения закономерно возрастает с увеличением скорости и уменьшением температуры деформации. Сталь обладает высоколегированной аустенитной структурой с высокой энергией дефекта упаковки, поэтому динамическая рекристаллизация, приводящая к измельчению среднего размера зерна до 10 ± 2 мкм, наблюдается только при температурах выше 1100°C . В этом случае на кривой деформации наблюдается максимум, после чего происходит падение напряжения с выходом на установившуюся стадию. По результатам сжатия построена реологическая модель деформации стали 20X18H23.

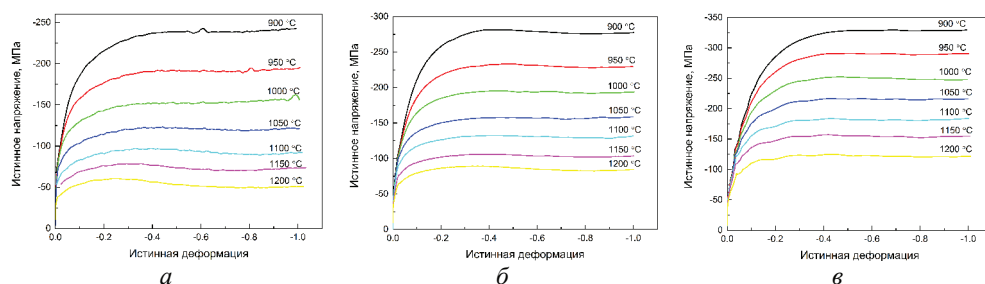


Рис. 1. Кривые сжатия стали 20X18 H23 при скорости $0,1 \text{ с}^{-1}$ (а), 1 с^{-1} (б) и 10 с^{-1} (в)

Для расчета процесса разрушения предложен критерий разрушения, учитывающий нелинейность влияния деформации, путем ввода в подинтегральную часть критерия Rice и Трасу дополнительного множителя в виде экспоненциальной функции от эквивалентной деформации:

$$K = \int_0^{\bar{\epsilon}_f} e^{\sigma^*} e^{\gamma \bar{\epsilon}} d\bar{\epsilon}, \quad (1)$$

Критические значения критерия разрушения K осуществляли по результатам испытаний на растяжение. На рис. 2, а представлено сопоставление расчетных и экспериментальных кривых зависимости усилия от перемещения. Расчет процесса деформации по схеме кручения с растяжением с использованием построенной модели разрушения показал хорошую сходимость расчетных и экспериментальных данных (рис. 2, б).

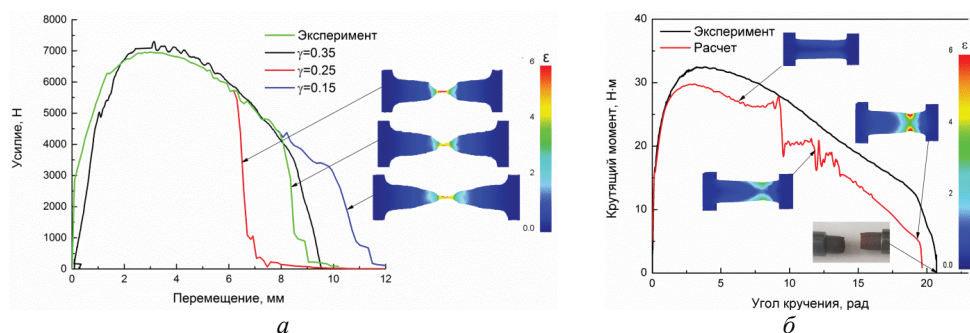


Рис. 2. Сопоставление кривых механических испытаний:

- а* — расчетных и экспериментальных кривых растяжения по режиму $10 \text{ с}^{-1} 900^\circ \text{C}$;
б — кручения с растяжением при температуре 1000°C , скорости кручения 5 об/с и скорости растяжения 5 мм/с

*Работа выполнена при финансовой поддержке
 Российского научного фонда (проект № 18–79–10153).*